



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado

Programa de Segunda Especialización en Medicina Humana

**"Curvas de flujometría Doppler de arterias uterinas,  
umbilical y cerebral media en gestaciones de bajo  
riesgo en el Instituto Nacional Materno Perinatal,  
2007"**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el Título de Especialista en Gineco-Obstetricia

**AUTOR**

Víctor Martín ANDÍA RUIZ

**ASESORES**

Luis Fernando KOBAYASHI TSUTSUMI,

Elías Alexis VALLADARES GUTIERREZ

Lima, Perú

2009



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Andía V. Curvas de flujometría Doppler de arterias uterinas, umbilical y cerebral media en gestaciones de bajo riesgo en el Instituto Nacional Materno Perinatal, 2007 [Trabajo de Investigación]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2009.

---

## INDICE

Indice	Pág. 2
Resumen	Pág. 3
Capítulo I.- Planteamiento del estudio	Pág. 4
1.1 Planteamiento del problema	Pág. 4
1.1.1 Descripción del problema	Pág. 4
1.1.2 Antecedentes del Problema	Pág. 5
1.1.3 Marco Teórico	Pág. 7
1.1.4. Formulación del problema	Pág. 10
1.2 Objetivos de la Investigación	Pág. 10
1.2.1 Objetivo General	Pág. 10
1.2.2 Objetivos específicos	Pág. 11
1.3 Justificación e importancia del problema	Pág. 11
Capítulo II.- Material y métodos	Pág. 13
2.1 Tipo del estudio	Pág. 13
2.2 Población	Pág. 13
2.3 Muestra de estudio	Pág. 13
2.4 Variables de estudio	Pág. 14
2.5 Técnica y método de trabajo	Pág. 14
2.6 Procedimiento de recolección de datos	Pág. 14
2.7 Procesamiento y análisis de datos	Pág. 15
Capítulo III.- Resultados	Pág. 16
Capítulo IV.- Discusión	Pág. 26
Capítulo V.- Conclusiones	Pág. 33
Capítulo VI.- Referencias bibliográficas	Pág. 34
Capítulo VII.- Anexos	Pág. 40
- Instrumento de recolección de datos	
- Definición de términos	

## RESUMEN

### **“CURVAS DE FLUJOMETRÍA DOPPLER DE ARTERIAS UTERINAS, UMBILICAL Y CEREBRAL MEDIA EN GESTACIONES DE BAJO RIESGO EN EL INSTITUTO NACIONAL MATERNO PERINATAL - 2007”**

**Autor:** Victor Martín Andía Ruiz.

**Asesores:** Dr. Luís Kobayashi Tsutsumi y Dr. Elías Valladares Gutierrez.

*En el Instituto Nacional Materno Perinatal se realizó un estudio descriptivo, observacional y prospectivo con el total de gestantes de bajo riesgo obstétrico a quienes se les realizó estudio mediante flujometría Doppler de las arterias uterinas, umbilical y cerebral media entre las 11 - 42 semanas, con control prenatal y parto en el Instituto Nacional Materno Perinatal entre el 1º de enero y el 31 de diciembre del 2007 con el objetivo de elaborar las curvas de los valores correspondientes al Índice de Resistencia y al Índice de Pulsatilidad de las arterias umbilical y cerebral media y el Índice de Resistencia promedio de las arterias uterinas. Un total de 1746 gestantes cumplieron los criterios de inclusión. El estudio mediante flujometría Doppler se realizó entre las 11 y 41 semanas de gestación. No hubo gestantes con 42 semanas. Las curvas de los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arteria cerebral media mostraron aumento inicial hasta la semana de gestación 30 y disminuyeron posteriormente; mientras que estos mismos índices para la arteria umbilical disminuyen en relación inversa con la edad gestacional, al igual que el promedio del Índice de Resistencia de las arterias uterinas. Se concluyó que los valores de referencia actualizados del Índice de Resistencia y Pulsatilidad permiten optimizar la capacidad diagnóstica de la evaluación Doppler de las arterias uterinas, umbilical y cerebral media fetales contribuyendo a mejorar la vigilancia del embarazo normal y complicado.*

**Palabras Claves:** Doppler, arteria uterina, arteria umbilical, arteria cerebral media, curvas.

## Capítulo I

### Planteamiento del Estudio

#### 1.1 Planteamiento del Problema

##### 1.1.1 Descripción del problema

El conocimiento del estado fetal, especialmente en situaciones en las que existe sospecha del compromiso fetal, constituye un desafío de la Obstetricia no resuelto aún en nuestros días<sup>1</sup>.

La altura uterina, el perfil biofísico, la ecografía y la cardiotocografía han permitido, por vías diferentes, acercarse gradualmente al estado de salud fetal. Dado que ninguno de los medios enunciados prevalece sobre los restantes, la utilización combinada de éstos debe establecerse como la conducta más recomendable. Precisamente en este contexto, se ha incorporado un nuevo avance tecnológico, la flujometría *Doppler*, que facilita aún más el esclarecimiento de los fenómenos fisiopatológicos que ocurren durante la vida intrauterina<sup>2</sup>.

Desde que Campbell *et al*<sup>3</sup> describieron la técnica de la flujometría *Doppler* en la evaluación del flujo sanguíneo útero placentario el año 1983, han ocurrido grandes avances en el conocimiento de las bases fisiopatológicas de la dinámica de este flujo.

La introducción del ultrasonido *Doppler* pulsado y de color en la práctica obstétrica ha permitido la investigación directa no-invasiva de la circulación materno fetal. El *Doppler* color pulsado se utiliza desde hace dos décadas, y ha conseguido evaluar diferentes vasos maternos, placentarios y fetales<sup>4</sup>. El conocimiento de la hemodinámica de dichos territorios vasculares, identifica los vasos que traducen mejor el estado de salud del feto. La evaluación del flujo materno y fetal se realiza con el estudio de los diferentes segmentos de las arterias uterinas, umbilical y cerebral

media, en las que están claramente establecidos los cambios adaptativos a un flujo cada vez mayor con el progreso del embarazo<sup>5</sup>, caracterizándose estos eventos por la disminución en la resistencia vascular y el incremento en la velocidad del flujo sanguíneo que, asociados con un incremento en el gasto cardiaco materno, son necesarios para el desarrollo y crecimiento fetal<sup>6-12</sup>.

### **1.1.2 Antecedentes del Problema**

Lees *et al*<sup>13</sup> en el *King's College Hospital* de Londres y en el *Queen Mary's Hospital* de Sidcup evaluaron mediante *Doppler* color las arterias uterinas de 5121 mujeres a las 23 semanas de gestación y encontraron que el riesgo individualizado de resultados obstétricos adversos puede determinarse por la evaluación del *Doppler* de las arterias uterinas a las 23 semanas de gestación lo que permitiendo el seguimiento clínico y ecográfico de las mismas para una atención prenatal más apropiada.

Medina *et al*<sup>14</sup> en un estudio realizado en 727 mujeres con embarazos únicos y sin complicaciones que asistieron a los Departamentos de Medicina Fetal del Instituto Nacional de Perinatología de México y del Hospital Vall d'Hebron de España entre enero del 2003 a julio del 2005, con el objetivo de establecer los valores de referencia del índice de pulsatilidad y de la velocidad máxima de la arteria cerebral media fetal durante el embarazo normal reportaron que los valores de referencia actualizados de dicho índices permiten optimizar la capacidad diagnóstica de la evaluación *Doppler*.

Alfirevi y Kurjak<sup>15</sup> midieron las entre octubre 1986 – octubre 1987 las ondas de velocidad de flujo de la arteria umbilical en 260 gestantes sanas. Los hallazgos sugirieron una disminución de la resistencia periférica en la circulación fetal al final del embarazo. Los normogramas obtenidos para las ondas de velocidad de flujo de la arteria umbilical postulan que es posible la aplicación clínica de la medición del flujo

sanguíneo en los centros que cuentan con el equipamiento adecuado pero no la capacidad de producir sus propios normogramas.

Ertan *et al*<sup>16</sup> en un estudio realizado en 370 gestantes con el objetivo de elaborar normogramas de velocidad de flujo *Doppler* para su uso en la clínica obstétrica y para analizar la infraestructura técnica de construir normogramas sonográficos *Doppler* para uso clínico. En sus resultados observaron que en los embarazos normales, después de las 22 – 24 semanas de gestación, las velocidades de flujo útero-placentarias eran constantes, pero en los vasos fetales hubo cambios en las ondas de la velocidad después de este período. Conforme avanza la gestación en el tercer trimestre, la impedancia de la arteria umbilical y de la arteria cerebral media era menor y la resistencia en la aorta descendente fetal permaneció casi constante. Concluyeron que a mayor edad gestacional la forma de la velocidad *Doppler* varía. De hecho a causa de esto, para los estudios de velocimetría *Doppler* y para diferenciar entre gestaciones normales y anormales, debería usarse normogramas adaptados a la edad gestacional. Presentaron curvas de velocimetría *Doppler* para su uso práctico en diferentes clínicas obstétricas.

Joern y Rath<sup>17</sup> en un estudio realizado en 142 gestantes con restricción del crecimiento fetal (peso al nacer < 10<sup>mo</sup> percentil) y/o preeclampsia eclampsia (definida según los criterios del ACOG), con el objetivo de determinar el valor de la evaluación ultrasonográfica *Doppler* de la arteria uterina en gestantes de alto riesgo y su importancia comparada con la evaluación de la arteria umbilical, encontraron que en los casos con resultados patológicos en los tres vasos, la edad gestacional media al momento del parto y el peso al nacer promedio eran significativamente menores. De los casos con hallazgos patológicos en la arteria umbilical sólo, el 6% tuvo



preeclampsia/síndrome HELLP. Sin embargo, esta complicación se desarrolló en el 90% de los casos con hallazgos patológicos en ambas arterias uterinas. Si sólo se examinaba la arteria umbilical (y no las arterias uterinas) los resultados *Doppler* fueron normal en el 40% de pacientes (28%) del grupo de alto riesgo, simulando así incorrectamente un trastorno de la hemodinámica placentaria. Concluyeron que la evaluación de ambas arterias uterinas es un elemento indispensable del estudio *Doppler* para evaluar la función placentaria y el riesgo

En el Perú, existen escasos estudios sobre flujometría *Doppler* y gestación<sup>18,19</sup>. Kramp *et al*<sup>12</sup> encontraron que los valores del índice de resistencia y pulsatilidad en la arteria uterina en gestantes de 22 - 26 semanas a 3300 m.s.n.m. son similares a los encontrados a nivel del mar; mientras que Vargas<sup>19</sup> concluyó que a mayor altura, el embarazo se asocia con menor impedancia útero placentaria que a nivel del mar.

Salazar y Arcos<sup>20</sup> en el Instituto Especializado Materno Perinatal en un estudio realizado en 178 gestantes de bajo riesgo entre las 14 - 39 semanas para determinar los valores normales de flujometría *Doppler* de las arterias uterinas reportaron que el índice de resistencia de la arteria uterina derecha es menor que el de la arteria uterina izquierda, que la medición de este índice es altamente reproducible y que las mediciones intra e inter observador no variaron significativamente.

### **1.1.3 Marco Teórico**

El estudio del flujo sanguíneo mediante el efecto *Doppler* consiste en la medición de la velocidad sanguínea en un punto de un vaso cualquiera, siendo el elemento móvil, el hematíe<sup>7</sup>. Si se pudiera determinar la superficie o área del vaso en el lugar donde se efectúa el análisis, se conocería el flujo sanguíneo. Sin embargo, si se considera que la sangre no sólo se compone de hematíes, que los diversos componentes se

distribuyen y concentran de forma arbitraria a lo largo del ciclo cardíaco, que la diferente disposición y concentración en el vaso afecta a las características de velocidad y, especialmente, que la reflexión del haz emisor no se produce de forma pura sino como resultado de las interacciones de los componentes señalados, se puede concluir que la valoración cuantitativa de flujo sanguíneo presenta limitaciones físicas determinadas por el medio<sup>8</sup>. De esta forma, la frecuencia obtenida es resultado de una combinación de reflexiones y cambios de dirección, que permite aproximarse a la velocidad real del torrente circulatorio. Si las frecuencias emitidas y reflejadas son idénticas, habría de interpretarse que el hematíe permanece inmóvil, si la emitida es mayor significa que éste se acerca a la sonda de ultrasonidos, siendo menor cuando se aleja; la representación espectral de dicho fenómeno sobre la línea de base (velocidad = 0 m/s) se traduce en positividad o negatividad de la onda de velocidad de flujo (OVF), esto es, por encima o debajo de la línea de base<sup>9</sup>.

La OVF se representa gráficamente por múltiples puntos que expresan diferentes frecuencias y cuya intensidad es dependiente de la densidad de elementos (hematíes) representados con una idéntica frecuencia; se compone de dos fases o tramos bien diferenciados: el sistólico, con una pendiente ascendente cuyo porcentaje y altura está condicionado por la contractilidad cardíaca, un pico o velocidad máxima y una pendiente descendente que es función del grado de elasticidad, capacidad de distensión y distancia al corazón; la fase diastólica es dependiente de las resistencias vasculares al flujo sanguíneo, especialmente en su tramo final, telediastólico<sup>7,10</sup>. El análisis espectral de la onda de flujo permite, por consiguiente, obtener información sobre el tipo de vaso estudiado, la dirección de flujo y las resistencias; así los vasos centrales con flujos tampón (iliacas, uterinas en no embarazadas), concentran sus

frecuencias en un espectro muy reducido, presentan pendientes sistólicas acentuadas y diastólicas dicróticas con fase telediastólica negativa o reversa, en contraste con los vasos periféricos o flujos de baja resistencia (uterinas en embarazadas o arterias umbilicales), con características opuestas a las descritas<sup>11</sup>.

En teoría, la velocidad media de los hematíes en una sección de un vaso, es la fuente de información más fiable sobre flujo sanguíneo, sin embargo, su estimación presenta dificultades técnicas pues está condicionada por el ángulo de insonación, sin filtro de velocidades, lo que ha propiciado el desarrollo de coeficientes ángulo independientes, con suficiente grado de correlación en sus resultados y equiparables en su capacidad de estimación<sup>9,11</sup>. Para la valoración objetiva de la impedancia vascular a través del análisis de la onda de velocidad de flujo, se utilizan algunos coeficientes, conocidos como *índices de resistencia*, que tienen la ventaja de ser independientes del ángulo de insonación y la sección del vaso estudiado; entre los que destacan el Índice de Resistencia de Pourcelot (IR) y el Índice de Pulsatilidad (IP)<sup>8,12</sup>.

El *Doppler* color permite obtener información sobre los componentes estudiados, en este caso los hematíes, mediante una representación de mapa de colores, variable según parámetros como la velocidad y dirección de flujo, convencionalmente representados por el color rojo cuando los hematíes se acercan al transductor y azul cuando se aleja, permitiendo localizar los vasos con más facilidad, rapidez y fiabilidad<sup>10</sup>.

Actualmente se cuentan con valores referenciales del índice de resistencia y pulsatilidad de las arterias uterinas, cerebral media y umbilical realizados en poblaciones europeas y norteamericanas, careciendo de valores característicos de nuestra población. Consecuentemente, la importancia del perfil hemodinámico feto-

placentario, que consiste en la integración analítica de los resultados obtenidos mediante *Doppler* pulsado de los vasos útero-placentarios, umbilicales y fetales permite establecer un perfil de velocimetría capaz de tipificar tanto al feto normal como aquél cuya salud se encuentra comprometida<sup>12</sup>. Por ello, el presente estudio ha establecido las curvas de los valores normales de flujometría *Doppler* de arterias uterinas, umbilical y cerebral media en nuestra población, en un centro de referencia nacional, a fin de no tener que extrapolar tablas flujométricas de poblaciones extranjeras, que no necesariamente representan un parámetro preciso para nuestras gestantes.

#### **1.1.4. Formulación del problema**

¿Cuáles son los valores de las curvas correspondientes al Índice de Resistencia y al Índice de pulsatilidad de las arterias uterinas, umbilical y cerebral media medidos por flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas en gestantes de bajo riesgo obstétrico en el Instituto Nacional Materno Perinatal durante el período comprendido entre el 01 de enero y el 31 de diciembre del 2007?

### **1.2 Objetivos de la Investigación**

#### **1.2.1 Objetivo General**

- Elaborar las curvas de los valores correspondientes al Índice de Resistencia y al Índice de Pulsatilidad de las arterias umbilical y cerebral media y el Índice de Resistencia promedio de las arterias uterinas medidos por flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas en gestantes de bajo riesgo obstétrico en el Instituto Nacional Materno Perinatal durante el período comprendido entre el 01 de enero y el 31 de diciembre del 2007.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar las curvas de valores correspondientes al Índice de Resistencia promedio de las arterias uterinas medidos por flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas en gestantes de bajo riesgo obstétrico.
- Elaborar las curvas de valores correspondientes al Índice de Resistencia y al Índice de pulsatilidad de la arteria umbilical medidos por flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas en gestantes de bajo riesgo obstétrico.
- Elaborar las curvas de valores correspondientes al Índice de Resistencia y al Índice de pulsatilidad de la arteria cerebral media medidos por flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas en gestantes de bajo riesgo obstétrico.
- Determinar los percentiles 5<sup>to</sup>, 50<sup>to</sup> y 95<sup>to</sup> para los valores correspondientes al Índice de Resistencia y al Índice de Pulsatilidad de las arterias umbilical y cerebral media y el Índice de Resistencia promedio de las arterias uterinas medidos por flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas en gestantes de bajo riesgo obstétrico.

### 1.3 Justificación e importancia del problema

El *Doppler* color pulsado, es la técnica de elección para realizar la velocimetría *Doppler* de los vasos maternos y fetales, permitiendo obtener de la onda de velocidad de flujo, el cálculo de los índices *Doppler* (el coeficiente sístole/diástole (S/D), el índice de resistencia (IR) y el índice de pulsatilidad (IP) que reflejan el grado de resistencia del flujo sanguíneo anterógrado del lugar de estudio<sup>24,37</sup>.

En nuestro país, si bien se han efectuado algunas investigaciones sobre la utilidad de la flujometría *Doppler* en Obstetricia, en la revisión bibliográfica realizada, ningún estudio ha elaborado curvas de los valores correspondientes al Índice de Resistencia y

al Índice de pulsatilidad de las arterias uterinas, umbilical y cerebral media medidos por flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas en gestantes de bajo riesgo obstétrico; lo que ha generado interés y es motivo de esta investigación.

Actualmente se cuentan con valores referenciales de los Índices de resistencia y Pulsatilidad de las arterias uterinas, umbilical y cerebral media realizados en poblaciones europeas y norteamericanas, careciendo de cifras propias para nuestra población. La importancia del presente estudio radica en poder identificar las curvas de los valores de los principales vasos maternos y fetales estudiados por flujometría *Doppler* y sus respectivos percentiles en un centro de referencia nacional, a fin de no tener que extrapolar valores de tablas de poblaciones extranjeras, que no necesariamente representan un parámetro preciso para nuestras gestantes.

## **Capítulo II**

### **Material y métodos**

#### **2.1 Tipo de estudio**

Observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo.

#### **2.2 Población**

Gestantes de bajo riesgo obstétrico a quienes se les realizó estudio con flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas que se controlaron el embarazo y tuvieron parto institucional en el Instituto Nacional Materno Perinatal entre el 1º de enero y el 31 de diciembre del 2007.

#### **2.3 Muestra de estudio**

El total de gestantes de bajo riesgo obstétrico con estudio mediante flujometría *Doppler* entre las 11 - 42 semanas controladas y con parto institucional en el Instituto Nacional Materno Perinatal. La determinación de las gestantes se realizó por identificación de casos consecutivos.

La edad gestacional se basó en la fecha de última menstruación, si esta era confiable. De lo contrario, se usó el dato ecográfico correspondiente a la primera ecografía documentada en la historia clínica entre las 7 - 11 semanas gestación, verificando que la edad gestacional obtenida por medición de la longitud corono – nalgas, no varíe en más de 7 días respecto a la edad correspondiente fecha de última menstruación.

#### **Criterios de inclusión**

- Edad gestacional comprendida entre las 11 - 42 semanas.
- Gestaciones únicas
- Control prenatal y atención del parto en la institución.

- Ausencia de patología materna y/o fetal diagnosticada antes del inicio del trabajo de parto.
- Historia clínica accesible y con información requerida completa.

### **Criterios de exclusión**

- Diagnóstico prenatal de malformaciones congénitas.
- Embarazo múltiples.
- Antecedente de uso de aspirina o anticoagulantes orales.
- Historia clínica no disponible y/o con información requerida incompleta.

### **2.4 Variables de estudio**

- Curvas de flujometría *Doppler*

Indicadores: Arterias uterinas, arteria umbilical, arteria cerebral media

### **2.5 Técnica y método de trabajo**

La técnica que se utilizó para la obtención de los datos fue la revisión de historias clínicas e informes de la Unidad de Medicina Fetal, para lo cual se utilizó la ficha de recolección de datos que se muestra en el anexo 2.

### **2.6 Procedimiento de recolección de datos**

Se gestionó la autorización de la Dirección del Instituto Nacional Materno Perinatal y se recogió los datos directamente de las historias clínicas y de los informes de la Unidad de Medicina Fetal por el propio investigador para garantizar el cumplimiento del plan de recolección, coordinando con el personal de la institución que pudo intervenir en el estudio. Las mediciones Doppler se realizaron con un equipo de ultrasonido Voluson 730 *Expert* (General Electric Co.) y un transductor abdominal



convexo de 5-MHz (Ecógrafo y se registró el Índice de Resistencia y al Índice de Pulsatilidad de las arterias umbilical y cerebral media y el Índice de Resistencia promedio de las arteria uterinas según la onda de flujometría.

## **2.7 Procesamiento y análisis de datos**

Los datos se registraron en una base elaborada en la hoja de cálculo del programa estadístico *SPSS versión 16.0*, con el que se realizó el análisis descriptivo.

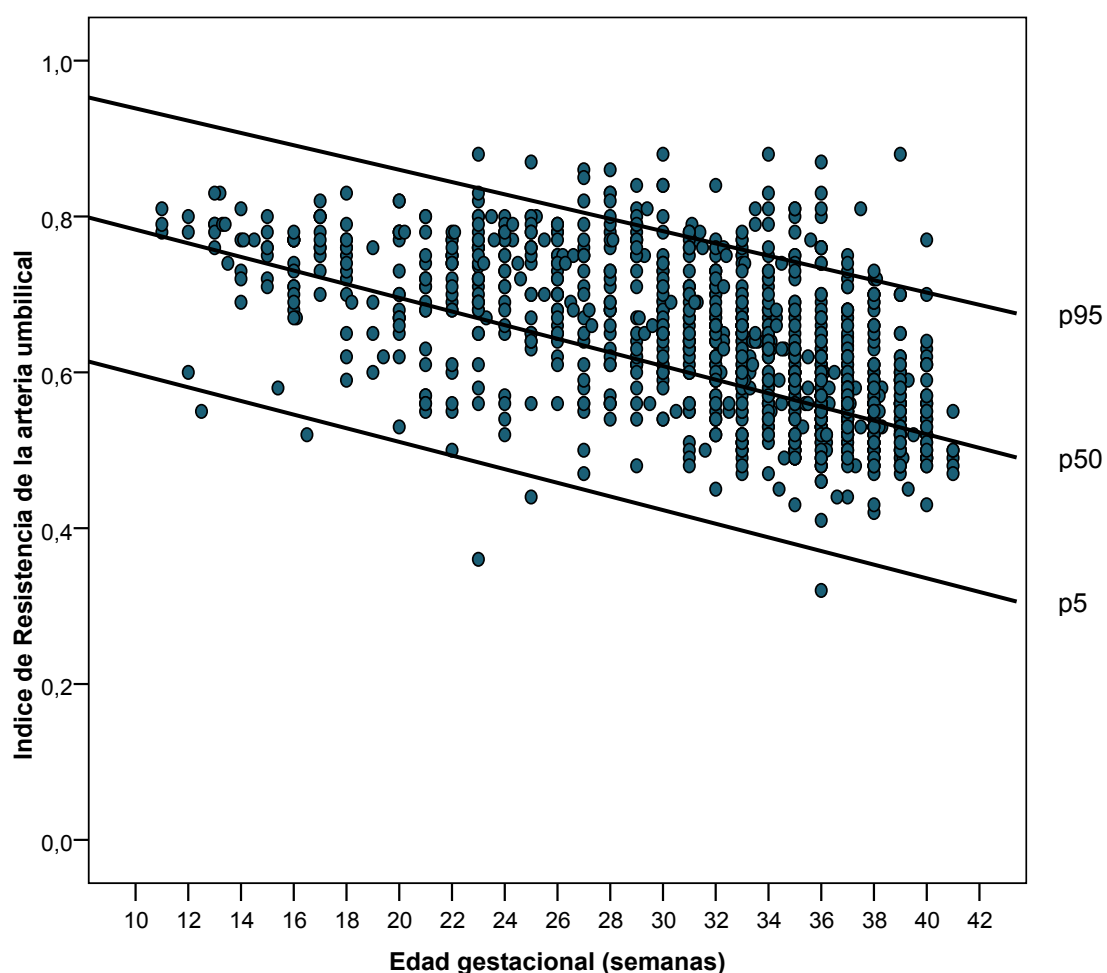
Se recolectó información sobre las características de la población estudiada y se estratificó los valores de la flujometría *Doppler* según la edad gestacional. Se evaluó la normalidad de la distribución de los valores para cada una de las arterias estudiadas con la prueba de Kolmogorov – Smirnov. Se identificó los percentiles 5<sup>to</sup>, 10<sup>mo</sup>, 50<sup>to</sup> y 95<sup>to</sup> para los valores correspondientes al Índice de Resistencia y al Índice de Pulsatilidad de cada vaso estudiado.

### Capítulo III

#### Resultados

Durante el período de estudio, un total de 1746 gestantes cumplieron los criterios de inclusión. La flujometría *Doppler* de las arterias uterinas, umbilical y cerebral media se realizó entre las 11 y 41 semanas de edad gestacional. La edad materna (mediana) fue de 23 años (rango de 15 a 43 años).

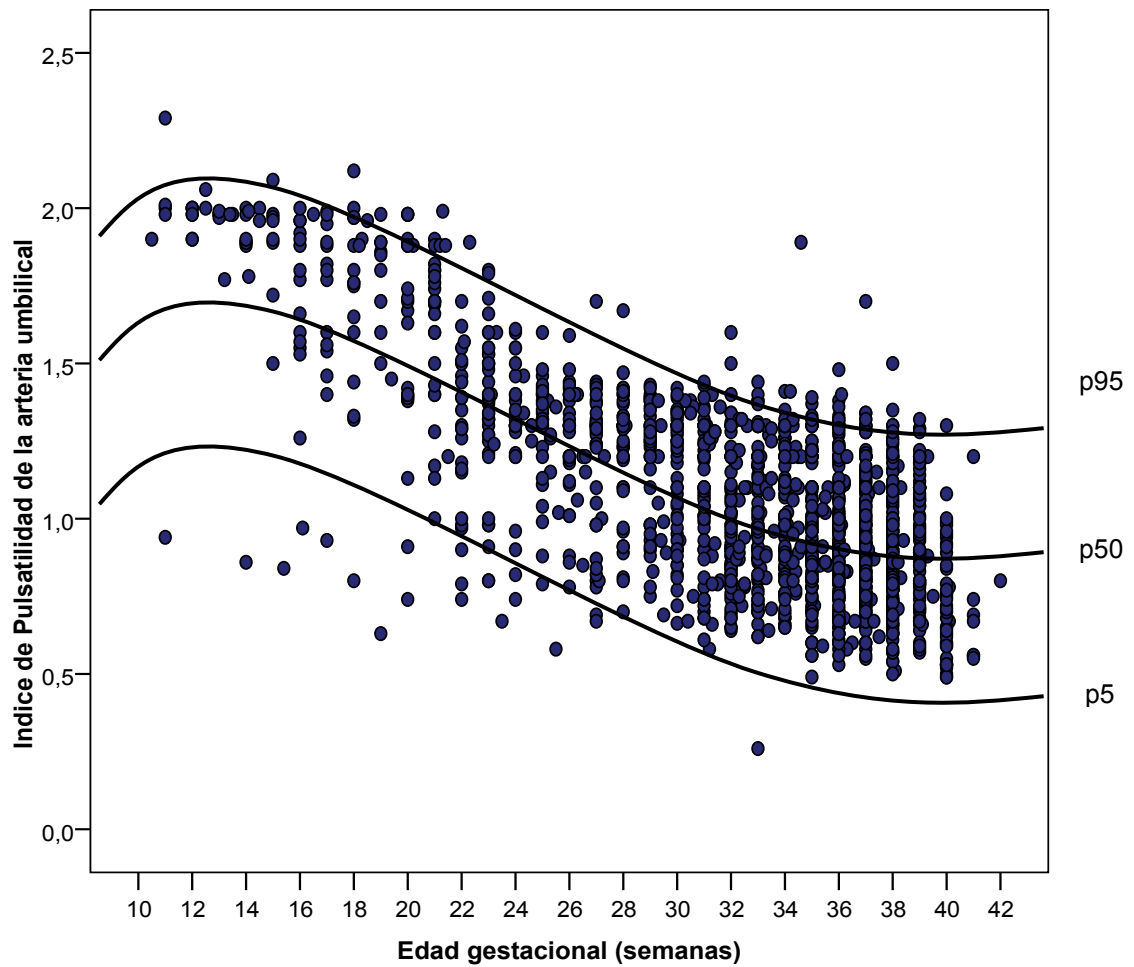
La distribución de los índices correspondientes a los vasos estudiados se muestran en las figuras 1-5 y tablas 1-5.



**Figura 1. Curvas de distribución del Índice de Resistencia de la arteria umbilical (percentiles 5, 50 y 95) en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

**Tabla 1. Percentiles 5, 50 y 95 del Índice de Resistencia de la arteria umbilical en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

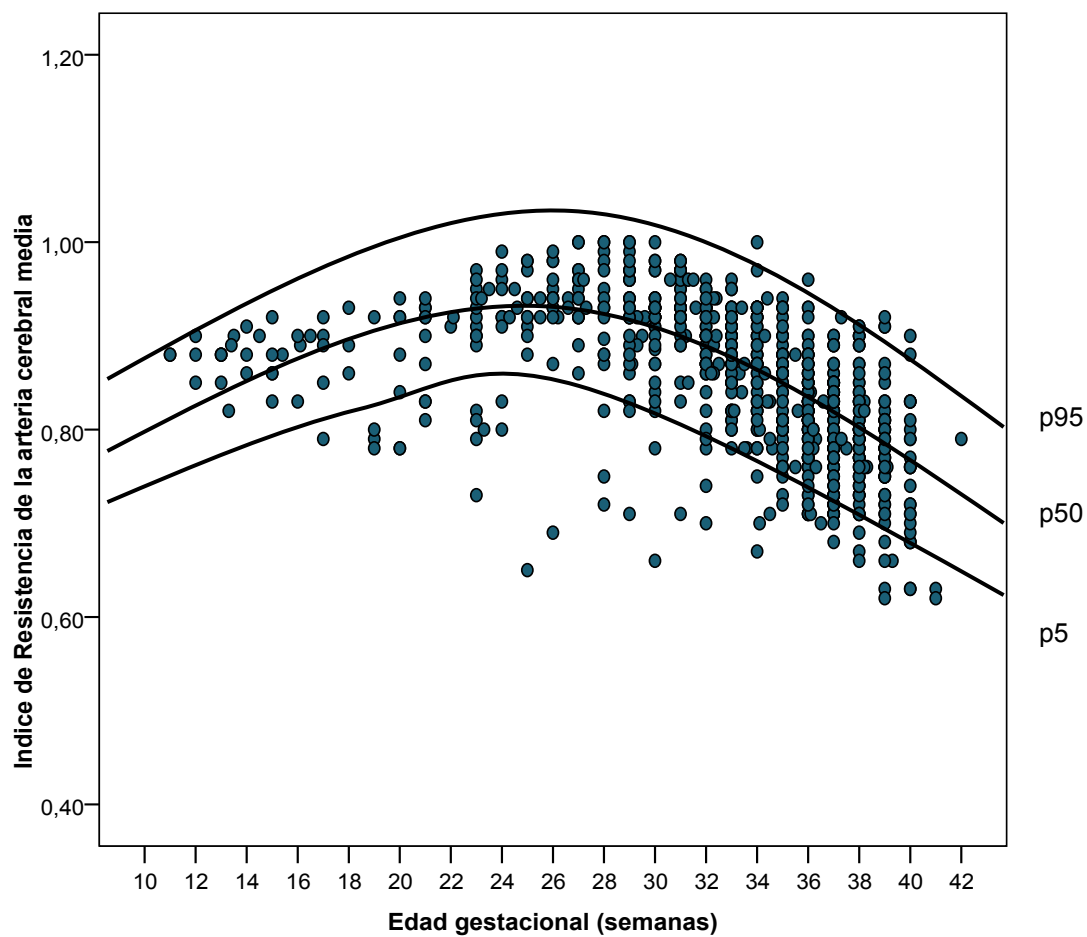
<b>Semanas de gestación</b>	<b>p5</b>	<b>p50</b>	<b>p95</b>
11	0,66	0,80	0,94
12	0,65	0,78	0,93
13	0,64	0,77	0,90
14	0,63	0,76	0,89
15	0,60	0,74	0,88
16	0,59	0,73	0,87
17	0,57	0,73	0,86
18	0,56	0,72	0,85
19	0,55	0,71	0,84
20	0,54	0,70	0,83
21	0,53	0,69	0,82
22	0,52	0,68	0,82
23	0,51	0,67	0,81
24	0,51	0,66	0,81
25	0,50	0,65	0,81
26	0,49	0,64	0,80
27	0,48	0,64	0,80
28	0,48	0,63	0,79
29	0,47	0,62	0,79
30	0,46	0,62	0,78
31	0,46	0,61	0,77
32	0,45	0,61	0,76
33	0,45	0,60	0,75
34	0,44	0,59	0,74
35	0,44	0,59	0,73
36	0,43	0,58	0,72
37	0,42	0,57	0,71
38	0,41	0,56	0,71
39	0,40	0,56	0,70
40	0,39	0,55	0,69
41	0,39	0,54	0,69



**Figura 2. Curvas de distribución del Índice de Pulsatilidad de la arteria umbilical (percentiles 5, 50 y 95) en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

**Tabla 2. Percentiles 5, 50 y 95 del Índice de Pulsatilidad de la arteria umbilical en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

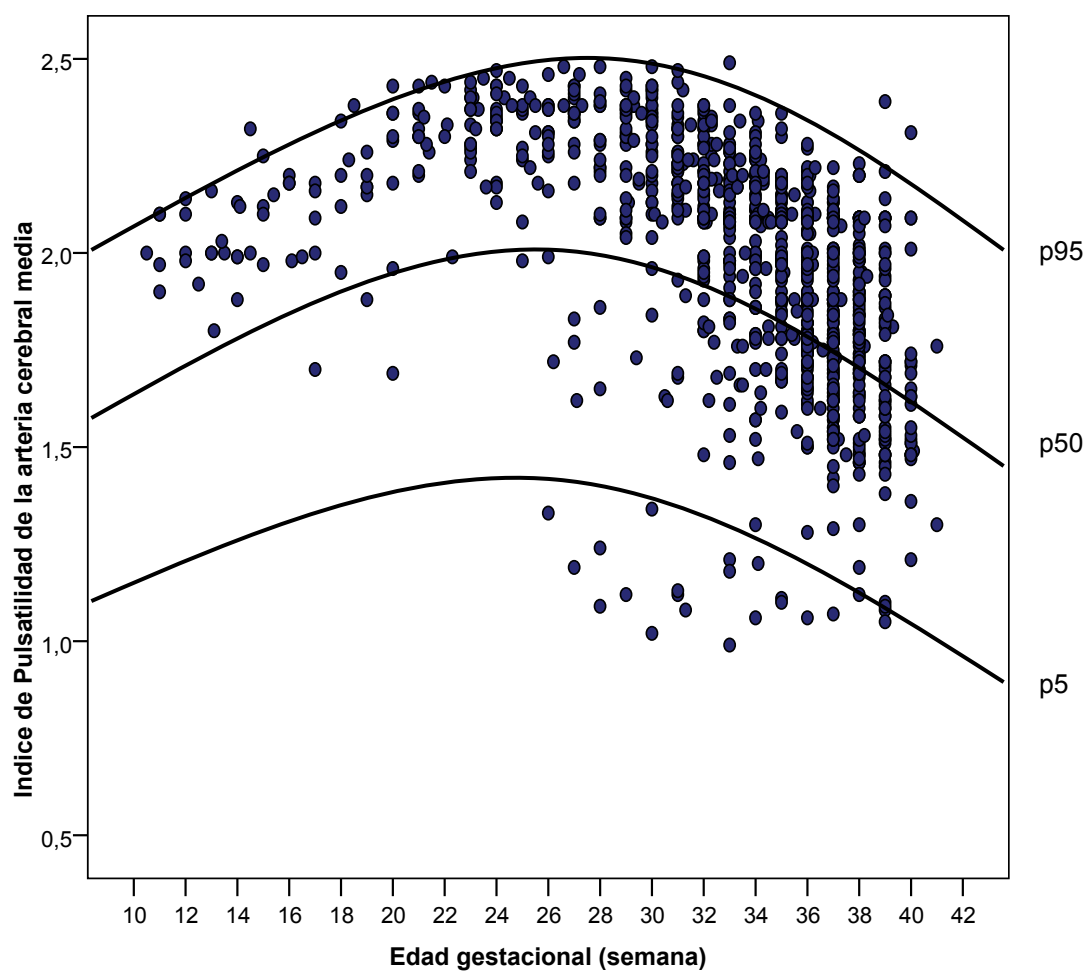
<b>Semanas de gestación</b>	<b>p5</b>	<b>p50</b>	<b>p95</b>
11	1,21	1,62	1,91
12	1,25	1,68	2,05
13	1,18	1,63	1,98
14	1,23	1,61	1,99
15	1,28	1,58	1,97
16	1,12	1,55	1,96
17	1,08	1,53	1,86
18	1,06	1,52	1,85
19	1,02	1,51	1,83
20	0,91	1,51	1,82
21	0,89	1,41	1,77
22	1,03	1,33	1,66
23	0,92	1,17	1,64
24	0,84	1,13	1,62
25	0,72	1,04	1,58
26	0,75	1,02	1,57
27	0,71	1,05	1,55
28	0,75	1,01	1,53
29	0,76	1,00	1,52
30	0,77	1,03	1,52
31	0,76	1,03	1,48
32	0,75	1,00	1,38
33	0,70	0,97	1,36
34	0,71	0,94	1,35
35	0,66	0,91	1,34
36	0,65	0,89	1,33
37	0,64	0,72	1,32
38	0,63	0,68	1,33
39	0,59	0,62	1,31
40	0,57	0,61	1,32
41	0,55	0,61	1,32



**Figura 3. Curvas de distribución del Índice de Resistencia de la arteria cerebral media (percentiles 5, 50 y 95) en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

**Tabla 3. Percentiles 5, 50 y 95 del Índice de Resistencia de la arteria cerebral media en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

<b>Semanas de gestación</b>	<b>p5</b>	<b>p50</b>	<b>p95</b>
11	0,73	0,81	0,90
12	0,73	0,81	0,91
13	0,74	0,82	0,92
14	0,74	0,82	0,93
15	0,75	0,83	0,94
16	0,75	0,84	0,95
17	0,76	0,85	0,95
18	0,77	0,86	0,96
19	0,77	0,87	0,96
20	0,78	0,88	0,97
21	0,78	0,89	0,98
22	0,79	0,90	0,99
23	0,80	0,92	1,01
24	0,77	0,91	0,99
25	0,76	0,90	0,98
26	0,76	0,89	0,97
27	0,75	0,89	0,98
28	0,75	0,88	0,97
29	0,74	0,88	0,97
30	0,74	0,87	0,96
31	0,73	0,86	0,95
32	0,73	0,85	0,94
33	0,72	0,84	0,93
34	0,71	0,84	0,92
35	0,71	0,83	0,91
36	0,70	0,82	0,90
37	0,69	0,81	0,89
38	0,67	0,80	0,88
39	0,66	0,79	0,87
40	0,65	0,78	0,86
41	0,64	0,76	0,85

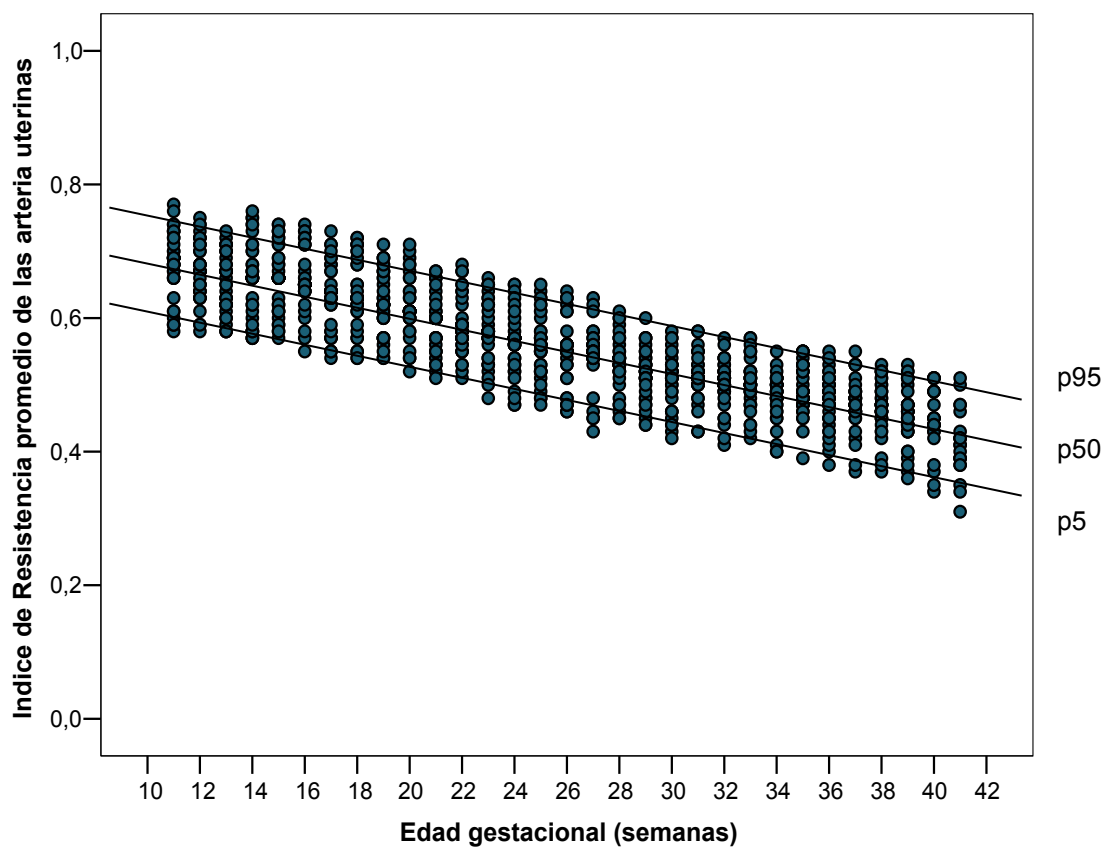


**Figura 4. Curvas de distribución del Índice de Pulsatilidad de la arteria cerebral media (percentiles 5, 50 y 95) en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**



**Tabla 4. Percentiles 5, 50 y 95 del Índice de Pulsatilidad de la arteria cerebral media en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

<b>Semanas de gestación</b>	<b>p5</b>	<b>p50</b>	<b>p95</b>
11	1,15	1,57	2,18
12	1,17	1,60	2,22
13	1,22	1,64	2,25
14	1,24	1,66	2,28
15	1,25	1,70	2,35
16	1,28	1,73	2,37
17	1,33	1,76	2,39
18	1,35	1,78	2,41
19	1,37	1,80	2,40
20	1,39	1,82	2,42
21	1,43	1,77	2,38
22	1,41	1,76	2,37
23	1,38	1,73	2,36
24	1,29	1,79	2,34
25	1,24	1,74	2,34
26	1,22	1,65	2,33
27	1,20	1,63	2,32
28	1,17	1,60	2,32
29	1,12	1,58	2,31
30	1,18	1,56	2,30
31	1,14	1,56	2,30
32	1,15	1,55	2,29
33	1,11	1,54	2,29
34	1,12	1,54	2,28
35	1,07	1,53	2,27
36	0,99	1,52	2,26
37	0,85	1,51	2,25
38	0,79	1,51	2,24
39	0,77	1,50	2,22
40	0,76	1,49	1,98
41	0,75	1,48	1,98



**Figura 5. Curvas de distribución del promedio del Índice de Resistencia de las arterias umbilicales (percentiles 5, 50 y 95) en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

**Tabla 5. Percentiles 5, 50 y 95 del promedio del Índice de Resistencia de las arterias uterinas en fetos a la edad gestacional de 11 – 42 semanas.**

<b>Semanas de gestación</b>	<b>p5</b>	<b>p50</b>	<b>p95</b>
11	0,61	0,69	0,77
12	0,60	0,69	0,77
13	0,59	0,68	0,76
14	0,59	0,68	0,75
15	0,58	0,67	0,75
16	0,58	0,66	0,74
17	0,57	0,65	0,73
18	0,57	0,64	0,72
19	0,56	0,63	0,72
20	0,56	0,62	0,71
21	0,55	0,62	0,71
22	0,55	0,61	0,71
23	0,54	0,61	0,70
24	0,54	0,60	0,70
25	0,53	0,60	0,70
26	0,53	0,60	0,70
27	0,52	0,59	0,69
28	0,51	0,59	0,69
29	0,51	0,58	0,68
30	0,50	0,58	0,68
31	0,50	0,58	0,67
32	0,49	0,57	0,66
33	0,48	0,57	0,65
34	0,48	0,47	0,65
35	0,47	0,56	0,64
36	0,46	0,56	0,64
37	0,46	0,55	0,63
38	0,45	0,55	0,63
39	0,44	0,54	0,62
40	0,43	0,54	0,62
41	0,42	0,53	0,61

## Capítulo IV

### Discusión

El *Doppler* color pulsado, es la técnica de elección para estudiar la flujometría de los vasos maternos y fetales, permitiendo obtener de la onda de velocidad de flujo, el cálculo de los índices *Doppler* (el coeficiente sístole/diástole, el Índice de Resistencia y el índice de pulsatilidad) que reflejan el grado de resistencia del flujo sanguíneo anterógrado del lugar de estudio<sup>21,22</sup>. En la actualidad, se recomienda la incorporación del estudio mediante flujometría *Doppler* a la práctica clínica obstétrica<sup>11</sup>.

La flujometría *Doppler* facilita la identificación de estados de hipoxia crónica, con o sin signos de descompensación cardíaca, en fetos en los que se sospecha restricción de crecimiento o preeclampsia<sup>12</sup>. Esta sospecha diagnóstica, debe, en todos los casos, basarse en la determinación de algún valor alterado del Índice de Resistencia o de Pulsatilidad de vasos sanguíneos maternos y/o fetales; para ello, es importante conocer los valores normales correspondientes a estos índices en la población de gestantes de bajo riesgo, para poder identificar alteraciones de los mismos ante la presencia de alguna patología.

Los cambios fisiológicos de las arterias espiraladas son necesarios para permitir el aumento del flujo útero-placentario de 10 veces durante el curso del embarazo, desde 40 mL/min a 400 mL/min al término de la gestación. Estos cambios se caracterizan por tener un lumen dilatado y tortuoso con ausencia completa de la capa muscular y elástica, el cual es mediado por la invasión del trofoblasto extravellositario a partir de las 12 semanas de gestación. Esta transformación de las arterias espiraladas en arteria útero-placentarias comprende los segmentos deciduales y miometriales. Como resultado de los cambios fisiológicos anteriormente señalados, el diámetro de las

arterias espirales aumenta desde 15–20 a 300–500 mm, lo cual reduce la impedancia al flujo y optimiza el intercambio feto-placentario en el espacio intervelloso<sup>12,23</sup>.

El flujo sanguíneo del útero es aportado principalmente por la arteria uterina, rama de la arteria ilíaca interna, y en escasa cantidad por las arterias ováricas. Estos vasos se anastomosan a nivel de los cuernos del cuerpo uterino, lugar donde dan origen a las arterias arcuatas y posteriormente éstas generan a las arterias radiales. Estas últimas penetran en ángulo recto en el tercio externo del miometrio, lugar desde donde surgen las arterias basales, nutriendo al miometrio y la decidua, y finalmente alrededor de 100 arterias espiraladas que terminan en el espacio intervelloso<sup>12,24</sup>.

Desde la primera descripción de Campbell *et al*<sup>3</sup>, de las arterias arcuatas con *Doppler* pulsado, una serie de investigadores y avances tecnológicos han permitido obtener ondas de flujo sanguíneo de mejor calidad y precisión a través del *Doppler* color. La determinación del *Doppler* color de las arterias uterinas por vía transabdominal se realiza a nivel del “cruce aparente” entre la arteria uterina e ilíaca externa<sup>25</sup>. Si la visualización se realiza por vía transvaginal, el punto de insonación debe realizarse a nivel del orificio interno del canal cervical, punto de entrada de la arteria uterina al útero<sup>21</sup>. Si se realiza este mismo *Doppler* en el primer trimestre, entre las 11-14 semanas de gestación, el reconocimiento de este vaso se realiza a través de una sección longitudinal del útero y empleando *Doppler* color es posible determinar el vaso uterino a nivel del orificio cervical interno<sup>26</sup>.

El presente estudio confirmó que el promedio del Índice de resistencia de las arterias uterinas disminuye conforme avanza la gestación.

El flujo del cordón umbilical se caracteriza por una morfología “en serrucho” de la arteria umbilical en una dirección y el flujo continuo de la vena umbilical en

dirección opuesta, el cual es muy simple de obtener a través del *Doppler* continuo o pulsado, con o sin el empleo del color. Se recomienda realizar la medición del *Doppler* de la arteria umbilical en una porción de asa libre lo más equidistante a ambas zonas terminales, fetal y placentaria, debido a que algunos autores sostienen que los índices de resistencia son menores a nivel de la inserción placentaria. Los patrones de la arteria umbilical pueden variar durante los ciclos de respiración fetal, aumentado la resistencia durante la inspiración o disminuyéndola durante la espiración. También es importante considerar al momento de analizar los flujos umbilicales a patologías que puedan hacer variar la viscosidad sanguínea, como por ejemplo la anemia fetal.

La resistencia de la arteria umbilical disminuye con la edad gestacional debido a una expansión fisiológica del territorio fetoplacentario, debiendo siempre estar presente el flujo diastólico a partir de las 16 semanas de gestación en los embarazos normales<sup>27</sup>.

Las alteraciones descritas en la arteria umbilical se clasifican en:

- Aumento de la resistencia (índice de pulsatilidad (IP) sobre el percentil 95).
- Ausencia del flujo al final de la diástole.
- Flujo reverso en diástole.

Las alteraciones del flujo umbilical, después de las 16 semanas, son una expresión de un aumento progresivo de la resistencia al flujo a nivel del territorio feto-placentario. El flujo de la arteria umbilical entre las 24 - 32 semanas puede encontrarse tanto ausente como reverso, varias semanas o días antes del final del embarazo<sup>28</sup>. Debido a esto, la sola presencia de un flujo de la arteria umbilical alterado en un feto con restricción de crecimiento, sin la evaluación de otros vasos fetales, no es indicación para interrumpir el embarazo a edades gestacionales extremas. Sin embargo, en

restricción de crecimiento fetal después de las 34 semanas de gestación, un *Doppler* de la arteria umbilical anormal es inusual, pero ante la presencia de un flujo telediastólico ausente o reverso, la indicación es interrumpir la gestación<sup>28</sup>.

Los resultados de este estudio muestran que, durante el embarazo normal, los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arteria umbilical disminuyen en relación inversa con la edad gestacional. Este comportamiento parece ser consecuencia de la disminución progresiva en la resistencia al flujo de la circulación útero-placentaria, que se produce en forma paulatina hasta las 24 semanas de gestación por el proceso de transformación fisiológica de las arterias uterinas, y persiste posteriormente por efecto de las hormonas gestacionales.

Las primeras curvas de normalidad del Índice de Resistencia de la arteria umbilical se publicaron a finales de la década de 1980.<sup>4</sup> Desde entonces, los equipos de ultrasonido han incrementado su capacidad tecnológica. Al analizar los valores de referencia por edad gestacional de los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arteria umbilical, éstos coincidieron con lo reportado por Arduini *et al*<sup>29</sup>, Baschat *et al*<sup>5</sup> y Acharya *et al*<sup>30</sup>. En este estudio se observó que todos los parámetros Doppler se ajustaron para captar, de manera óptima, las ondas sónicas de alta y baja velocidad, lo que permite identificar con mayor precisión los flujos lentos e integrarlos al espectro del análisis. El aumento en la frecuencia de repetición de pulsos permite identificar cambios sutiles del flujo sanguíneo en relación con el tiempo.

Existen diversas curvas de normalidad de los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arteria umbilical; sin embargo, no están referidas a las tablas percentilares<sup>13-17</sup>. Este trabajo aporta tablas percentilares obtenidas por vía abdominal durante el embarazo,

lo que reviste especial importancia ya que la delimitación correcta de los puntos de corte es importante para establecer la conducta clínica.

La arteria cerebral media (ACM) se visualiza fácilmente, empleando *Doppler* color o sin éste, a nivel del diámetro biparietal, buscando la imagen característica del ala mayor del esfenoides, por donde cursa. El vaso sanguíneo debe ser insonado cerca al polígono de Willis. Se debe tener en cuidado con evitar presionar la cabeza fetal al momento de realizar la medición, pues se puede producir un falso aumento del IP<sup>31</sup>.

El flujo normal de este vaso muestra una diástole escasa entre las 22 - 28 semanas de gestación, incluso puede estar ausente o reversa. El flujo diastólico persiste disminuido hasta las 34 semanas, donde inicia progresivamente una “redistribución fisiológica” que lleva a una disminución del IP de la arteria<sup>32</sup>. Frente a cuadros hipóxicos fetales se observa una vasodilatación compensatoria de la arteria cerebral media, manifestada por una reducción patológica del IP, pero posteriormente, frente a una descompensación mediada por acidosis metabólica, se puede presentar nuevamente un alza del IP, esta vez como un fenómeno terminal.

Los resultados de este estudio muestran que durante el embarazo normal los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arteria cerebral media inicialmente aumentan en relación directa con la edad gestacional hasta la semana 30 de gestación y disminuyen posteriormente al final del embarazo, concordando con los resultados de Arduini *et al*<sup>29</sup>, Baschat *et al*<sup>1</sup>, Acharya *et al*<sup>30</sup> y Medina *et al*<sup>33</sup>.

Durante el ciclo cardíaco, la cuantificación precisa de las diferentes velocidades del flujo sanguíneo con ultrasonido *Doppler* están influenciados por el ángulo de insonación. En los primeros equipos dúplex se utilizaba un transductor *Doppler* fijo a un transductor bidimensional, lo que daba un ángulo preestablecido de 45°, que



permitía evaluar la arteria y vena umbilicales, la aorta y la carótida fetales, pero prácticamente era imposible evaluar la arteria cerebral media o el resto de los vasos fetales<sup>6</sup>. Por lo tanto, la evaluación de los Índices de Pulsatilidad y Resistencia tenían información más confiable al analizar la relación entre varios parámetros igualmente afectados por el ángulo de insonación. En los últimos años, la exploración de las velocidades reales es un método diagnóstico con gran potencial, ya que refleja el volumen neto de sangre que viaja por determinado territorio vascular.

Durante la gestación, los valores obtenidos de la velocidad máxima de la arteria cerebral media son consistentes con los reportados previamente<sup>34-36</sup>. Esta evaluación permite identificar al feto con riesgo de tener anemia. La delimitación correcta de los puntos de corte es fundamental para establecer la conducta clínica, ya que de esto depende que se realice un procedimiento invasor fetal o tratamiento conservador. En el feto anémico, el aumento de la velocidad sanguínea se debe a un estado hiperdinámico<sup>34</sup>, que se distingue por la disminución de la viscosidad de la sangre fetal y el aumento del gasto cardíaco. El aumento del gasto cardíaco depende del incremento en la frecuencia cardíaca fetal y del volumen latido. Este último depende, a su vez, de mayor contractilidad cardíaca, de disminución de la poscarga (por ejemplo, vasodilatación periférica) y de aumento en la precarga, la cual está en relación directa con el aumento en el retorno venoso. La aplicación de la velocidad máxima de la arteria cerebral media en el tratamiento de la anemia fetal varía de centro a centro, pero la utilización de múltiplos de la mediana<sup>37</sup> y desviaciones estándar<sup>35</sup> tienen sensibilidad (por ejemplo, 80%) y tasa de falsos positivos equivalentes (por ejemplo, 30%)<sup>38</sup>. La evaluación del sistema circulatorio fetal por medio de la ultrasonografía *Doppler* se ha utilizado clínicamente desde los 1980s<sup>39-43</sup>.

En 1983, Campbell *et al*<sup>44</sup> propusieron el estudio del sistema arterial uterino-arcuata entre las semanas 16 - 20 con la velocimetría *Doppler* como un índice de riesgo de restricción de crecimiento intrauterino y de preeclampsia, encontrando en gestaciones de 16-18 semanas una sensibilidad de 68%, especificidad de 69%, valor predictivo positivo de 42% y valor predictivo negativo de 87% para predecir patología hipertensiva y restricción de crecimiento intrauterino. Posteriormente Bower *et al*<sup>41</sup> y Harman & Baschat<sup>43</sup> consideraron que el estudio debe realizarse de rutina en todas las gestaciones entre las semanas 18 - 22 y debe repetirse entre las semanas 24 - 26 si persistiera el *notch* del primer control (invasión trofoblástica totalmente terminada). El procedimiento se ha simplificado últimamente al comprobarse que el elemento pronóstico fundamental no reside en valores numéricos de los diversos índices con los cuales se realiza el análisis de las OVF sino en la persistencia del *notch* bilateral diastólico y/o sistólico mas allá de la semana 24 (mal pronóstico materno y perinatal), sugiriendo que la flujometría *Doppler* de la arteria uterina en el segundo trimestre debería realizarse como prueba de tamizaje para preeclampsia y restricción de crecimiento intrauterino.

Las curvas *Doppler* de la arteria cerebral media encontró valores más altos del Índice de Pulsatilidad a las 25 – 30 semanas de gestación que a las 15 – 20 semanas y que hacia el término, lo que podría explicarse porque el diámetro de la arteria cerebral media aumenta con la edad gestacional; habiéndose calculado que el volumen de flujo sanguíneo calculado en la arteria aumenta desde los 23 ml/minuto a las 19 semanas de gestación hasta los 133 ml/minutos hacia el término<sup>33</sup>.

## **Capítulo V**

### **Conclusiones**

- Los valores de referencia de los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arterias umbilical y cerebral media y el promedio del Índice de Resistencia de las arterias uterinas muestran concordancia con los valores previamente reportados.
- El promedio del Índice de Resistencia de las arterias uterinas disminuye en forma inversamente proporcional a la edad gestacional.
- Las curvas de los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arteria umbilical disminuyen en relación inversa con la edad gestacional.
- Las curvas de los Índices de Resistencia y Pulsatilidad de la arteria cerebral media mostraron aumento inicial hasta la semana de gestación 30 y disminuyeron posteriormente.
- Conocer los límites de normalidad de los principales vasos arteriales fetales con la técnica *Doppler*, permite de manera confiable la vigilancia de embarazos normales y complicados.

## Capítulo VI

### Referencias bibliográficas

1. Baschat AA, Gembruch U. The cerebroplacental Doppler ratio revisited. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21: 124 - 7.
2. Hecher K, Campbell S, Doyle P, Harrington K, Nicolaides K. Assessment of fetal compromise by Doppler ultrasound investigation of the fetal circulation – arterial, intracardiac, and venous – blood flow velocity study. *Circulation* 1995; 91: 129 – 34.
3. Campbell S, Diaz-Recasens J, Griffin D, *et al.* New Doppler technique for assessing uteroplacental blood flow. *Lancet* 1983, 1: 675 – 77.
4. Burrell S, Kinedow J. The use of umbilical artery Doppler ultrasonography in modern obstetrics. *Curr Opin Obstet Gynecol* 1997; 9: 370 - 74.
5. Huamán M, Zapata J. Índice de resistencia de las arterias umbilical y cerebral media fetal en gestaciones normales de 20 a 40 semanas. *Ginecol Obstet (Perú)* 2000; 46 (2): 164 – 7.
6. Pellizzari P, Pozzan C, Marchiori S, Zen T, Gangemi M. Assessment of uterine artery blood flow in normal first-trimester pregnancies and in those complicated by uterine bleeding. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 19: 366- 70.
7. Maulik D. Basic principles of Doppler ultrasound as applied in obstetrics. *Clin Obstet Gynecol* 1989; 32 (4): 628 – 44.
8. Chaoui R; Hoffmann H; Bollmann R; Bayer H. Doppler sonography in obstetric diagnosis: I: General physical and clinical principles. *Zentralbl Gynakol* 1989; 11 (17): 141 – 51.

9. Kurjak A, Breyer B, Jurkovich D, Alfirevi Z, Miljan M. Color flow mapping in obstetrics. *J Perinat Med* 1987; 15 (3): 271 – 81.
10. Giles WB, Trudinger BJ, Baird PJ. Fetal umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance: pathological correlation. *Br J Obstet Gynaecol* 1985; 92: 31 – 8.
11. Barnett SB, Maulik D. Guidelines and recommendations for safe use of Doppler ultrasound in perinatal applications. *J Matern Fetal Med* 2001; 10 (2): 75 – 84.
12. Detti L, Akiyama M, Mari G. Doppler blood flow in obstetrics. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2002; 14(6): 587 – 9.
13. Lees C, Parra M, Missfelder-Lobos H, Morgans A, Fletcher O, Nicolaides KH. Individualized Risk Assessment for Adverse Pregnancy Outcome by Uterine Artery Doppler at 23 Weeks. *Obstet Gynecol* 2001; 98: 369 – 73.
14. Medina N, Hernández E, Figueroa N. Valores de referencia del índice de pulsatilidad y de la velocidad de la arteria cerebral media fetal durante el embarazo normal. *Ginecol Obstet Méx* 2006; 74 (7): 377 – 82.
15. Alfirevi Z, Kurjak A. Doppler measurement of fetal blood flow. I. Normal values in the umbilical artery. *Jugosl Ginekolog Perinatol* 1989; 29 (1-2): 9 – 14.
16. Ertan AK, Hendrik HJ, Tanriverdi H, Bechtold M, Schmidt W. Fetomaternal Doppler sonography nomograms. *Clin Exp Obstet Gynecol* 2003; 30 (4): 211 – 16.
17. Joern H, Rath W. Comparison of Doppler sonographic examinations of the umbilical and uterine arteries in high-risk pregnancies. *Fetal Diagn Ther* 1998; 13(3):150-3.

18. Kramp E, Espinoza-Dorado J, Lees C, Moscoso G, Bland J, Campbell S. Maternal uterine artery Doppler studies at high altitude and sea level. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 578- 82.
19. Vargas, L. Flujometría Doppler en gestantes de 22 a 26 semanas a 3300 msnm. Estudio preliminar. *Ginecol Obstet* (Perú) 2000; 46: 168 – 69.
20. Salazar A, Arcos PG. Curvas de flujometría Doppler de arterias uterinas en gestantes de bajo riesgo en el Instituto Materno Perinatal Año 2002. Tesis para optar el título de especialista en gineco-obstetricia. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2004.
21. Papageorgiou AT, Yu CK, Bindra R, Pandis G, Nicolaides KH. Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet.Gynecol.* 2001; 18: 441- 49.
22. Fleischer A. Romero R. The principles and Practice of ultrasonography in obstetrics and gynecology. Fourth edition. Ed. Appleton.California, USA, 1992.
23. Chien PF, Arnott N, Gordon A, Owen P, Khan KS. How useful is uterine artery Doppler flow velocimetry in the prediction of pre-eclampsia, intrauterine growth retardation and perinatal death? An overview. *BJOG* 2000;107:196-208.
24. Harrington K, Cooper D, Lees C, Hecher K, Campbell S. Doppler ultrasound of the uterine arteries: the importance of bilateral notching in the prediction of preeclampsia, placental abruption or delivery of a small-for-gestational-age baby. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 182 - 88.

25. Albaiges G, Missfelder-Lobos H, Lees C, Parra M, Nicolaides KH. One-stage screening for pregnancy complications by color Doppler assessment of the uterine arteries at 23 weeks' gestation. *Obstet.Gynecol.* 2000; 96: 559-64.
26. Papageorgiou AT, Yu CK, Bindra R, Pandis G, Nicolaides KH. Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet.Gynecol.* 2001; 18: 441- 49.
27. Parra M, Rodrigo R, Fernandez V, Bosco C, Soto-Chacón E, Munoz H et al. Screening test for preeclampsia through assessment of uteroplacental blood flow and biochemical markers of oxidative stress and endothelial dysfunction. *Am J Obstet Gynecol* 2005; 193 (4): 1186 – 91.
28. Hecher K, Bilardo CM, Stigter RH. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;18: 564 - 70.
29. Arduini D, Rizzo G. Normal values of Pulsatility Index from fetal vessels: a cross-sectional study on 1,556 healthy fetuses. *J Perinat Med* 1990;18:165-72.
30. Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GK, Maltau JM, Kiserud T. Reference ranges for serial measurements of blood velocity and pulsatility index at the intra-abdominal portion, and fetal and placental ends of the umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;26:162-9.
31. Baschat AA. Pathophysiology of fetal growth restriction: Implications for diagnosis and surveillance. *Obstet Gynecol Survey* 2004; 59: 617 - 27.
32. Lees C, Dean CA, Albaiges G. Making Sense of Obstetric Doppler Ultrasound. London: Arnold, Hodder Headline Group, 2003.

33. Medina N, Figueroa H, Hernández E. Andrade. Valores de referencia del índice de pulsatilidad y de la velocidad máxima en la arteria cerebral media fetal durante el embarazo normal. *Ginecol Obstet Mex* 2006;74:376-82.
34. Scheier M, Hernandez-Andrade E, Carmo A, Dezerega V, Nicolaides KH. Prediction of fetal anemia in rhesus disease by measurement of fetal middle cerebral artery peak systolic velocity. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004;23:432-6.
35. Mari G, Adrignolo A, Abuhamad Z, *et al.* Diagnosis of fetal anemia with Doppler ultrasound in the pregnancy complicated by maternal blood group immunization. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995;5:400-5.
36. Kurmanavicius J, Streicher A, Wright M, *et al.* Reference values of fetal peak systolic blood flow velocity in the middle cerebral artery at 19-40 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;17:50-53.
37. Mari G, Deter RL, Carpenter RL, *et al.* Noninvasive diagnosis by Doppler ultrasonography of fetal anemia due to maternal red cell alloimmunization. *N Engl J Med* 2000;342:9-14.
38. Bartha JL, Illanes S, Abdel-Fattah S, Hunter A, Denbow M, Soothill PW. Comparison of different reference values of fetal blood flow velocity in the middle cerebral artery for predicting fetal anemia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;25:335-40.
39. Park Y, Cho J, Choi H, Kim T, Lee S, Yu J, Kim W. Clinical significance of early diastolic notch depth: Uterine artery Doppler velocimetry in the third trimester. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 182. 1204 – 9.
40. Arduini D, Rizzo G. Normal values of pulsability index from fetal vessels: a cross sectional study on 15556 healthy fetuses. *J Perinat Med* 1993; 18: 165 – 71.



41. Bower S, Bewley S, Campbell S. Improved prediction of pre-eclampsia by two-stage screening of uterine arteries using the early diastolic notch and color Doppler imaging. *Obstet Gynecol* 1993; 82: 78 – 83.
42. Huisman TW. Doppler assessment of the fetal venous system. *Semin Perinatol*. 2001; 25(1): 21- 31.
43. Harman CR, Baschat AA. Comprehensive assessment of fetal wellbeing: which Doppler tests should be performed? *Curr Opin Obstet Gynecol*.2003; 15(2):147-57.
44. Campbell S, Pearce J, Hackett G, Cohen-Overbeek T, Hernández C. Qualitative assessment of uteroplacental blood flow: early screening test for high-risk pregnancies. *Obstet Gynecol* 1986; 68: 649 – 53.

## Capítulo VII

### Anexos

#### 1.- Definición de términos

- **Embarazo de bajo riesgo obstétrico:** Gestación que cursa sin complicaciones, en una mujer sin factores de riesgo para su salud ni la de su producto.
- **Índice de Resistencia (IR) o de Pourcelot:** Valor correspondiente a la diferencia del valor del pico sistólico menos el valor del pico diastólico multiplicada por el valor del pico sistólico, variando sus cifras entre 1 a 0; donde 1 representa la máxima resistencia al flujo anterógrado y 0 representa la ausencia del flujo anterógrado al final de la diástole.
- **Índice de pulsatilidad:** Valor correspondiente a la diferencia de la velocidad sistólica máxima menos la velocidad al final de la diástole, dividida entre la velocidad media.

## 2.- Instrumento de recolección de datos

**Paciente:** ----- **Nº de HC** -----

**Nº de Identificación:**-----**Fecha de recolección:**-----

1. **Edad materna:** \_\_\_\_\_ años.

### 2. **Paridad:**

- 1) Nulípara (   )
- 2) Primípara (   )
- 3) Multípara (   )
- 4) Gran multípara (   )

### 3. **Estado civil:**

- 1) Casada (   )
- 2) Conviviente (   )
- 3) Soltera (   )
- 4) Separada (   )
- 5) Otro (   ) \_\_\_\_\_

4. **Edad gestacional:** \_\_\_\_\_ semanas

### 5. **Arteria uterina derecha:**

Índice de Resistencia: \_\_\_\_\_

Índice de Pulsatilidad: \_\_\_\_\_

### 6. **Arteria uterina izquierda:**

Índice de Resistencia: \_\_\_\_\_

Índice de Pulsatilidad: \_\_\_\_\_

### 7. **Arteria umbilical:**

Índice de Resistencia: \_\_\_\_\_

Índice de Pulsatilidad: \_\_\_\_\_

### 8. **Arteria cerebral media:**

Índice de Resistencia: \_\_\_\_\_

Índice de Pulsatilidad: \_\_\_\_\_